

УДК 65.012.32 (075)

Г.К. КРИЖНИЙ, канд. техн. наук,
Н.В. КОЗАКОВА, канд. техн. наук,
Е.В. НОРИК, Харків, Україна

ОРГАНІЗАЦІЯ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ НА БАЗІ СТАНДАРТУ IDEF0 НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

В статті аналізується проблема втрат якості продукції в процесі її виготовлення та, як наслідок, її цінності для споживачів. Ця проблема розглядається стосовно двох циклів життя продукції: циклу життя кожного окремого виробу, та узагальненого циклу життя певної продукції, що знаходиться у виробництві на даному підприємстві. Пропонується посилити моніторинг втрат якості продукції у цих двох циклах життя, досить різних, але взаємопов'язаних. Для реалізації намічених змін пропонується широко застосовувати стандарт IDEF0 та існуючі в Японії інструменти забезпечення якості продукції не тільки у процесах безпосереднього виробництва продукції, а і на етапах розробки нового виробу та підготовки його до промислового виробництва.

Ключові слова: два цикли життя продукції, стандарт idef0, моніторинг втрат якості, цінність продукту для споживача, контрольна карта, діаграма Ісікави, система менеджменту якості, маркетингові дослідження, маркетингова концепція нового виробу

В статье анализируется проблема потерь качества продукции в процессе ее изготовления и, как следствие, ее ценности для потребителей. Эта проблема рассматривается в отношении двух циклов жизни продукции: цикла жизни каждого отдельного изделия, и обобщенного цикла жизни определенной продукции, находящейся в производстве на данном предприятии. Предлагается усилить мониторинг потерь качества продукции в этих двух циклах жизни, достаточно разных, но взаимосвязанных. Для реализации намеченных изменений предлагается широко применять стандарт IDEF0 и существующие в Японии инструменты обеспечения качества продукции не только в процессах непосредственного производства продукции, а и на этапах разработки нового изделия и подготовки его к промышленному производству.

Ключевые слова: два цикла жизни продукции, стандарт idef0, мониторинг потерь качества, ценность продукции для потребителя, контрольная карта, диаграмма Исикавы, система менеджмента качества, маркетинговые исследования, маркетинговая концепция нового продукта

In the article the problem of loss of product quality in the process of production and, consequently, its value to consumers. This problem is considered in relation to two life cycles of products: life cycle of each product, and generalized life cycle of a product that is in production at this plant. It is proposed to strengthen the monitoring of product quality losses in the two cycles of life, very different, but related. To implement the planned amendments proposed IDEF0 standard widely used in Japan and existing tools to ensure the quality of products not only in the direct process of production, but also during the development of new products and prepare it for industrial production.

Keywords: two life cycles of products, standard idef0, monitoring quality loss, the value of the product to the consumer, control card, Ishikawa diagram, quality management system, marketing research, marketing a new product concept

Постановка проблеми. У зв'язку з розвитком прагнення до підвищення якості продукції, що є не тільки актом доброї волі, а й наслідком жорсткої конкуренції на ринках, підвищується статус підрозділів підприємств, відповідальних за якість. Якщо раніше це була служба головного контролера, яка по суті є технічною, то тепер з'являються підрозділи, що мають визначати

політику в області якості. Перед ними постає проблема – в якому напрямі рухатися, які кадри підбирати, яку структуру повинна мати система менеджменту якості. З одного боку наша задача полегшується тим, що розвинені країни уже знайшли і розвинули свої шляхи виробництва високоякісної продукції. Нам залишається зробити свій вибір і запровадити у себе один із цих шляхів, враховуючи наші певні особливості. Але і ця задача непроста, підтвердженням чого є стан справ у промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із перспективних напрямків досліджень є *моніторинг втрат якості* [1, 2], який базується на використанні процесного підходу в методології стандарту IDEF0. В цій роботі слушно відмічається, що втрати якості продукції відбуваються паралельно з наданням цій продукції властивостей, які розцінюються споживачами як певна для них цінність. Тільки при веденні процесу по створенню цінності допускаються помилки по його реалізації, які приводять до втрат цінності, який не досягає її очікуваного рівня, або ж потенційно досяжного рівня на даному етапі розвитку суспільства. Звідси робиться висновок, що якість продукції досягається лише через управління якістю виконання процесів.

Цей висновок видається очевидним. Дійсно, завжди в разі виявлення браку знаходили виконавця операції, де брак з'явився, і наказували його. Вважалося, що саме він є винуватцем браку.

А що ж нового з'явилося в цьому плані? Новим є те, що процес піддається декомпозиції, а потім аналізується весь процес, усі його складові, а не тільки дії робітника.

Невирішеними залишаються організаційні проблеми запровадження раніше розроблених інструментів боротьби за якість продукції. Але яким би досконалим не виглядав той чи інший стандарт чи навіть ціле сімейство інструментів, без досконалої системи менеджменту якості та кваліфікованого персоналу вони залишаються тільки папером. А от цій стороні справи в розглянутих роботах майже не приділяється уваги.

Метою даної роботи є запропонувати організаційну схему моніторингу втрат якості на базі використання стандарту IDEF0 та відомих інструментів, якими керуються японські менеджери для досягнення високої якості продукції.

Основний матеріал досліджень.

В роботі [3, 4, 5] відмічається, що цикл життя продукції підприємства може розглядатися в двох аспектах, а саме як цикл життя товарної продукції та цикл життя конкретного виробу (рис. 1).

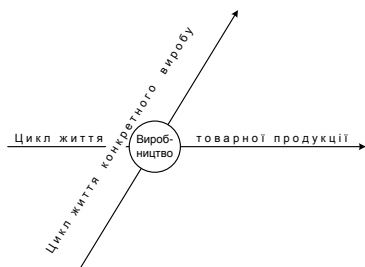


Рисунок 1– Два цикли життя продукту

На рис. 2 представлений цикл життя товарної продукції, який керується стратегічними планами товарної політики. Він починається з маркетингових досліджень і закінчується моральним старінням та зняттям продукції з виробництва.



Рисунок 2– Цикл життя товарної продукції

А на рис. 3 показаний цикл життя конкретного виробу, що зійшов з конвеєра підприємства. Він починається із закупівлі сировини та матеріалів і закінчується фізичним зносом та утилізацією.

Основи якості продукції закладаються в циклі життя товарної продукції, на етапі інноваційного процесу. На етапі промислового виробництва та реалізації продукції має місце підтримка виробничих підрозділів та системи збуту, де є постійний зв'язок та вплив на цикл життя конкретного виробу. Але персонал підрозділів задіяних в циклі життя товарної продукції не мають прямого контакту з матеріалом та процесами його перетворення в деталі, механізми та машини.

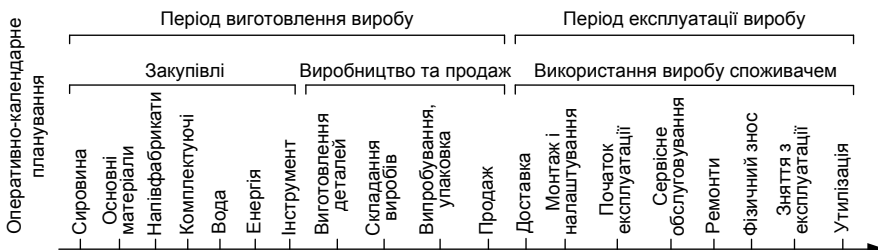


Рисунок 3 – Цикл життя конкретного виробу

В циклі життя конкретного виробу вирізняються два основні періоди: період виготовлення виробу (має місце на підприємстві) та період експлуатації виробу (має місце у споживача продукції). На підприємстві робота ведеться згідно оперативно-календарного планування в трьох напрямках: закупівлі, виробництво та продаж (збут) продукції. Період експлуатації виробу проходить у споживача, але підприємство теж може приймати участь в його експлуатації, як то: доставка, монтаж, введення в експлуатацію, сервісне обслуговування, але це має місце в разі укладення відповідного контракту.

Наведені схеми циклів життя розкривають їх зміст в самих загальних рисах. Але для системної боротьби за якість цього замало, потрібна подальша декомпозиція системи.

За приклад декомпозиції вибираємо частину циклу життя товарної продукції, а саме блоку «Розробка виробу», куди входять позиції маркетингових досліджень, науково-дослідних робіт, розробки технічного завдання, конструкторської підготовки виробництва. Цей блок має вирішальне значення для зумовлення рівня якості виробу. Вплив маркетологів залежить від їх положення в організаційній структурі підприємства. В маркетингово-орієнтованому підприємстві роль маркетингового підрозділу надзвичайно висока. Саме тут розробляється концепція виробу, на базі якої проводяться всі подальші роботи. Для досягнення рівня виробу, обумовленого його маркетинговою концепцією, науково-дослідні підрозділи пропонують свої розробки, або ж починають проводити нові дослідження. А вже потім, виходячи з маркетингової концепції виробу, результатів науково-дослідних робіт (НДР) та можливостей технологічного потенціалу підприємства, розробляється технічне завдання, яке замінює маркетингову концепцію. Якщо маркетингова концепція є скоріше відображенням товарної політики підприємства і заявою про наміри, то технічне завдання це є регламентуючий документ, де зафіксовані часові терміни виконання робіт, відповідальні за виконання цих термінів та за якість результатів робіт. Це комплексний документ, що враховує думки усіх задіяних підрозділів підприємства та споживачів.

Технічне завдання передається на позицію «Конструкторська підготовка виробництва» у відділ досвідно-конструкторських робіт (ДКР або КБ), де у відповідності з ним розробляється конструкторська документація. На цьому розробка виробу закінчується і конструкторська документація передається на наступну позицію «Технологічна підготовка». Конструкторська підготовка виробництва може проводитись в одній організації, а технологічна підготовка уже на промисловому підприємстві, яке визначене для виробництва даної продукції в масовому або серійному масштабах.

Ми зробили текстовий опис блоку «Розробка виробу», але графічне зображення декомпозиції цього блоку на базі стандарту IDEF0 є більш наглядним і інформативним.

Концептуально IDEF0 – це подання системи, що аналізується, у вигляді взаємодіючих блоків, які відображають процеси, операції та дії, що мають місце в даній системі [1, 6]. Все, що відбувається в системі і її елементах, називають функціями. Кожній функції відповідає блок, який на IDEF0-діаграмі представляється прямокутником. Всередині кожного блока розміщується його номер та ім'я, яке повинне бути дієсловом або дієприслівниковим зворотом. Тобто, розглянутий нами блок «Розробка виробу» в системі IDEF0 трансформується в блок «Розробити новий виріб». Як завжди в процесному підході, в так званому «чорному ящику», в даній термінології – блоку, зліва є вхід, справа вихід, зверху управління, що визначає умови, як досягти результату, знизу механізми, тобто все, за допомогою чого здійснюється перетворення входу у виходи. Стрілки між блоками показують які дані або матеріальні об'єкти повинні надійти на вхід наступного блоку.

Таким чином, стандарт IDEF0 є представлення діяльності організації як мережі процесів (функцій). При цьому така модель процесного подання організації повинна охоплювати усі складові життєвого циклу її продукції.

В самому загальному вигляді схема двох циклів життя (рис. 1) може бути представлена у вигляді прямокутника A0 (рис. 4), а цикл життя товарної продукції, як прямокутник A1, і цикл життя конкретного виробу, як A2. При подальшій декомпозиції цикл життя товарної продукції може бути представлений процесами A11, A12, A13 і т.д, а процеси циклу A2 відповідно як A21, A22, A23 і т.д. Для ще глибшої деталізації можна вводити процеси A121, A231 і т.д.

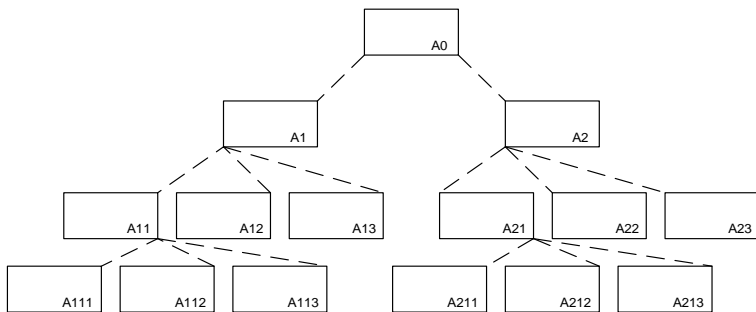


Рисунок 4 – Схема нумерації блоків

Аналогічно можна пройти по усьому блоку A1 та блоку A2.

Тепер знову повернімося до моніторингу втрат якості. Втрати якості, як і досягнення певного рівня якості, виникають тільки при виконанні процесів. Коли говориться про втрати якості, в нашій уяві відразу постає робітник з бракованою деталлю в руках. Але відомо [4], що рівень якості на 75% залежить від блоку розробки виробу, ще на 15% від підготовки виробництва і тільки на 10% від власне виробництва.

Власне виробництво характеризується показниками якості виготовлення продукції, якими є відповідність готового виробу вимогам нормативно-технічної документації, тобто стандартам, кресленням, специфікаціям. Виробництво не має права виходити за рамки цих вимог, навіть з метою підвищення певного показника, так як це може привести до підвищення собівартості продукції, або до зміни експлуатаційних характеристик, що може призвести до непередбачуваних наслідків. Тобто, для виробництва якісною є продукція, що цілком відповідає нормативно-технічній документації, а втратами якості є відхилення від вимог цієї документації. Ці втрати визначаються технічними замірами тих чи інших показників.

Що стосується 75% впливу на рівень якості розробників виробу. Етап розробки виробу має ключове значення тому, що саме тут визначається, чи вгадає підприємство в чому полягають очікування передбачуваної категорії споживачів, чи не помилися ми у виборі цієї категорії, чи здатні ми конкурувати на цьому ринку, якщо ні, то які наукові розробки необхідно розвивати, чи не запізнимося з виходом на обраний ринок і т.п. Якщо ми не вгадаємо з концепцією виробу, то подальші етапи мало що змінять. Продукція не матиме збуту, підприємство матиме дуже серйозні проблеми.

Виникає питання – а якого рівня якості потрібно закладати при розробці нового продукту? Оскільки це важкий процес, де створюється майбутня цінність виробу для споживача, то в ньому поряд з цінністю створюються і втрати якості майбутнього продукту. Як оцінити дії маркетологів, науковців, конструкторів? Які їх втрати якості в їх функціональній діяльності?

Можна взяти за бажану планку рівня якості продукції твори відомих фантастів, адже багато з польотів їх фантастики уже втілені в життя, але в дечому реальні розробки їх уже випереджають. Все ж таки треба зізнатися, що перетворення фантастики в реальність є справою довготривалою і не для звичайних підприємств.

Інший варіант, залучати експертів із наукової сфери, щоб отримати підказку, в чому б ми змогли зробити прорив і різко підняти рівень якості продукції. Свого роду фантастика – от якби ми володіли оцими, уже існуючими в світі досягненнями, то могли б запропонувати свого роду ідеальну продукцію. Тоді заниження показників нашої продукції стосовно цієї ідеальної можна вважати втратою якості процесу розробки нового товару.

Між тим, ми тут припускаємось помилки. Так часто буває, що під якістю розуміють клас (рівень вимог, рівень якості), який можна встановити для продукції. Це неправильно. Продукція навіть тоді буде якісною, коли вона задовольняє певним, навіть обмеженим вимогам, при цьому бездоганно їм відповідаючи. Наприклад, і вершкове масло, і маргарин можуть бути однаково якісною продукцією. Кожний вид товару призначений для цільового використання і, відповідно, для певної категорії покупців. І якщо ці вироби задовольняють вимогам своїх споживачів, то вони є якісними.

Тобто, для однієї категорії споживачів можливо потрібно запозичити ідеї фантастів, для іншої створювати продукт такого рівня якості, який тільки можна створити, спираючись на новітні досягнення науки, комусь достатньо добротної техніки середнього рівня якості, а хтось згоден купити і дещо застарілу модель, яка справно працює і коштує недорого.

З цього витікає, що головна задача розробників нового виробу полягає у визначенні своїх можливостей, свого технологічного і маркетингового потенціалу і у відповідності до них вибирати категорію споживачів, так званий цільовий сегмент ринку. Саме на нього повинні орієнтуватись розробники нового продукту: вивчити ринок, конкурентів та їх продукцію, позиціонуватись, визначити ємність вибраного сегменту ринку та добре узнати побажання цієї категорії споживачів. На основі цього скласти рамочну концепцію нового виробу. Але треба пам'ятати, що проведення маркетингових досліджень це складний процес, якому властиві і критичні помилки. Це перший важливий крок, він за маркетологами. Для того, щоб задовольнити дану концепцію, необхідно мобілізувати ресурси наукових та технологічних підрозділів та підвищення технологічного потенціалу. Це другий важливий крок, він за науково-технічними працівниками. За результатами цих двох кроків скласти та затвердити амбіційне, але реалістичне технічне завдання – третій важливий крок, він за керівництвом підприємства. І нарешті конструктори створюють конструкторську документацію, а експериментальний цех випускає пробний зразок, який дасть остаточну відповідь – а що ж ми створили? – це четвертий важливий крок, він начебто і за конструкторами, а насправді це підсумковий результат роботи всієї команди розробників нового виробу.

Ми відмітили чотири важливих кроки. Але для кожного з перших трьох кроків, і особливо для маркетингу, неможливо визначити реперні показники, які були б ідеальними та досяжними і по відхиленню від яких можна було б сказати про втрати якості на цих етапах. Тобто і затверджене технічне завдання несе в собі помилки цих трьох кроків. І тільки четвертий крок має чітке завдання на проектування, а конструкторське бюро покаже свою ефективність після випробування експериментального зразка. Якщо результати випробування показали заданий результат, то значить на цьому

етапі втрат якості немає, якщо ж такі відхилення є, то є і втрати якості. Та на жаль це порівняння лише із технічним завданням, яке з великою вірогідністю несе в собі втрати якості на перших кроках.

Таким чином, ми, на жаль, практично не можемо напевно визначити наші втрати якості на етапі розробки нового виробу, другими словами – на скільки ми промахнулись в своїх прогнозах стосовно очікування ринку. Залишається сподіватися на кваліфікацію та інтуїцію маркетологів та керівництва організації. Саме керівництву випадає відповідальна роль – дати добро на дуже витратну фазу інноваційного процесу – запуск у виробництво. І тільки вихід на ринок покаже, чи були допущені втрати якості на етапі розробки нового виробу. Та це вже буде запізно.

За систему менеджменту якості відповідають спеціалісти з якості. Але ж вони не можуть бути такими універсалами, щоб підказувати, як забезпечити якість на усіх без винятку процесах, що діють на підприємстві. Тому вони повинні діяти в тісній співпраці з відповідними професіоналами. Доцільно використовувати так звані сім інструментів контролю якості, що знайшли застосування в Японії. Одним з інструментів згаданої співпраці є створення діаграм Ісікави. На рис. 6 представлений приклад такої діаграми для блоку A111 «Провести маркетингові дослідження та розробити концепцію нового виробу».

Діаграма Ісікави будується для визначення всього спектру причин появи певної невідповідності, в даному випадку для визначення причин застаріння концепції виробу на момент його виходу на ринок. Таку діаграму можливо побудувати тільки із залученням як кращих спеціалістів-маркетологів, так і простих виконавців, а також спеціалістів зі сторони. Ця діаграма не зможе поліпшити справу з тим виробом, що вже спізнився з появою на ринку, але аналіз діаграми може виявити причини цього прикрого випадку, що послужить запобіганню подібної ситуації в майбутньому. За допомогою цієї діаграми можна виявити проблемні місця і проводити моніторинг втрат якості саме там.

На рис. 7 наведений приклад діаграми Ісікави для виробничого процесу з життєвого циклу 2 (конкретного виробу). Це аналіз появи відхилення від перпендикулярності зовнішньої поверхні кільця відносно його торців при без центровому шліфуванні. В даному випадку для розробки діаграми потрібно залучати технічних спеціалістів: технолога, робочого, майстра, начальника дільниці, звертатись до літератури. Для других відхилень необхідно розробляти інші діаграми Ісікави. Тобто, для однієї операції може бути побудовано декілька таких діаграм. Для виробничих процесів аналіз відхилень професіоналами за допомогою цих діаграм дає значно більш точний діагноз ніж, наприклад, для функцій розробки нового виробу.

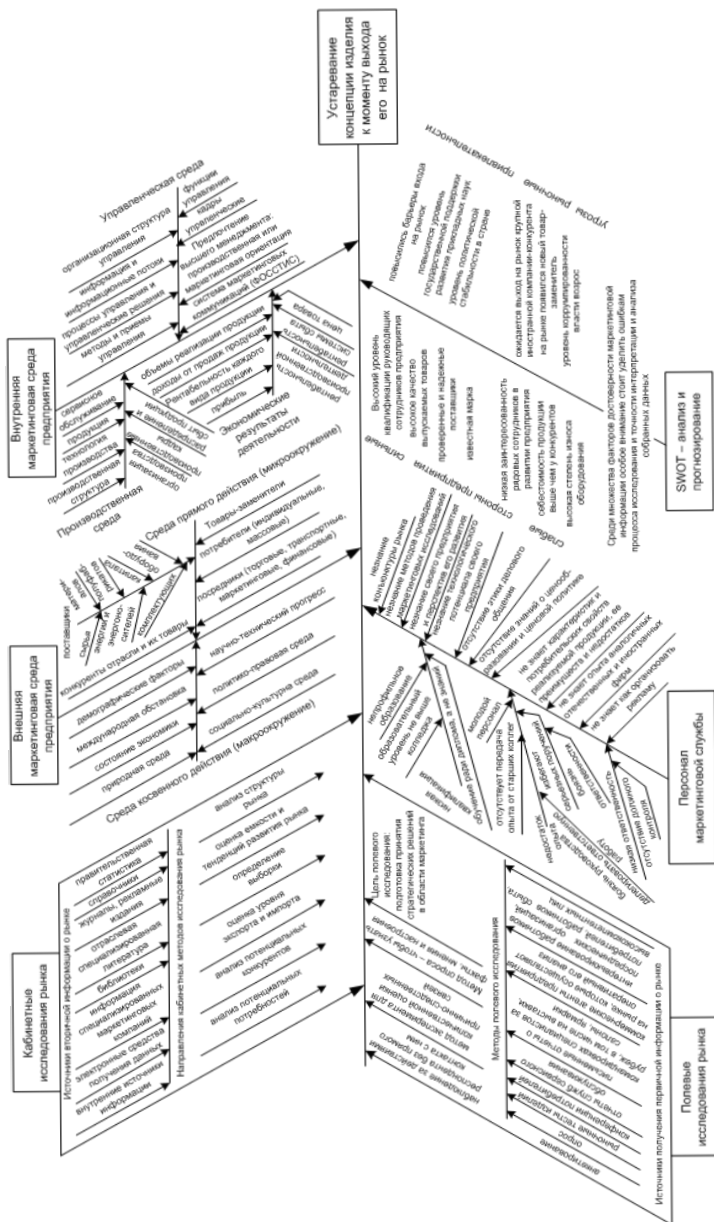


Рисунок 6 – Діаграма Ісікави для маркетингового блоку

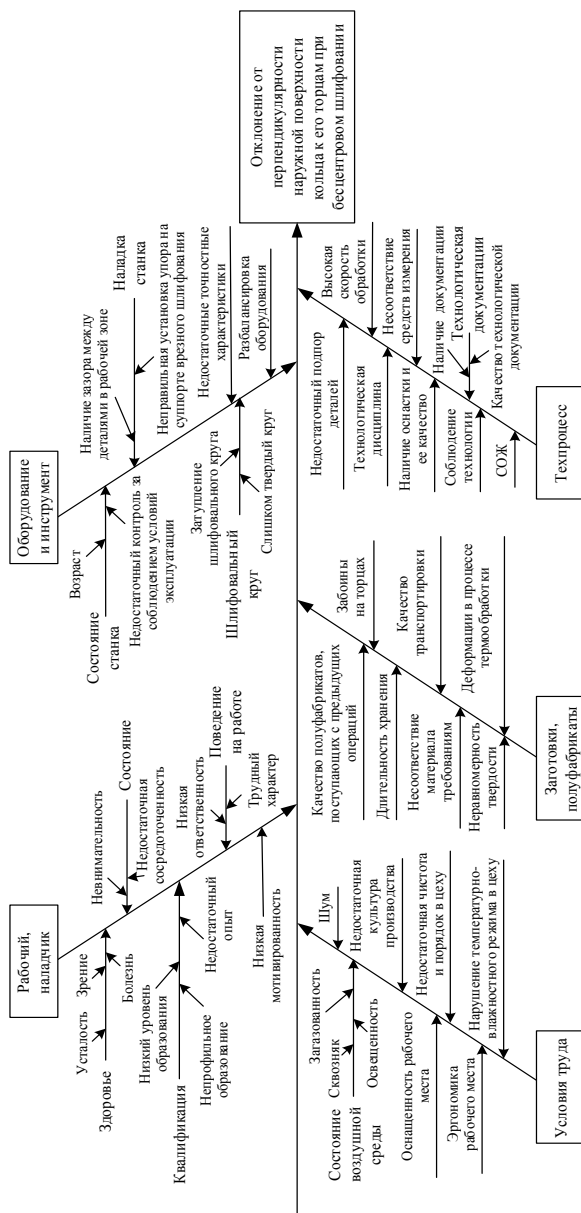


Рисунок 7 – Діаграма Ісікави для виробничого процесу

Кожній позиції на діаграмі Ісікави може бути визначений відсоток імовірної відповідальності за дане відхилення. За позиціями з найбільшим відсотком потрібно встановити моніторинг втрат якості.

Для моніторингу виробничих процесів доцільно застосувати контрольні карти (рис. 8). Вони відображають характер зміни показника якості в часі. При стійкому наближенні показника до критичного значення необхідно застосувати превентивні дії, відрегулювавши процес, знову ж таки за допомогою діаграми Ісікави та технічних інструкцій для конкретної операції.

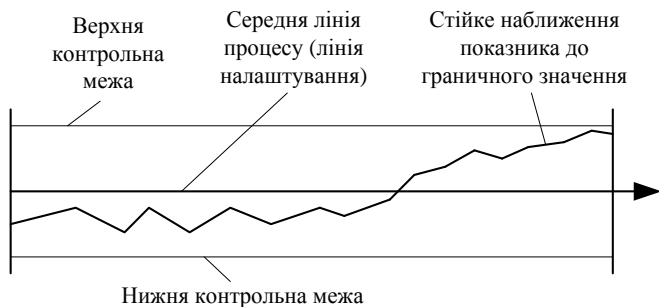


Рисунок 8 – Контрольна карта

Висновки по даному дослідженню і перспективи подальшого розвитку в даному напрямку. Застосування стандарту IDEF0 в комплекті з іншими інструментами забезпечення якості дає можливість переглянути усі функції (процеси) на протязі двох циклів життя продукту. Створюється деталізована документація для усіх операцій, що важливо як для заново створюваних систем менеджменту якості, так і для удосконалення уже існуючих систем. Це великий об'єм робіт, але він того вартий, так як усі функції, що існують на підприємстві постають проаналізованими досить детально, у тісному взаємозв'язку і взаємозалежності. Більш прозорими постають процеси формування цінності продукту для споживачів і місце та величина втрат цієї цінності внаслідок недосконалості процесів як з технічного, так і з організаційного боку.

Впровадження запропонованих заходів в двох циклах життя має свої відмінності.

Швидше можна побачити результат запровадження нововведень в менеджменті якості на виробничих операціях. На виробничих операціях неможливо підвищити цінність продукту вище закладеного в технічній документації. Зате виникає маса можливостей зниження цінності продукту за рахунок втрат якості продукту. Це може бути з вини постачальників, коли

надходять сировина та комплектуючі заниженої якості. Це також може бути занижена технологічна дисципліна. Можливо виною є зношеність верстата, або невірне його налаштування. Негативно позначаються також умови праці та безлад в цеху. Та й відношення робітників до роботи не завжди буває достатній мірі відповідальним, або йо кваліфікація не відповідає вимогам до виконання певної операції, або цьому заважає стан здоров'я. Тобто, в циклі життя конкретного виробу основну загрозу якості виробу складають втрати якості. Запропоновані заходи в менеджменті якості дозволять забезпечувати запланований рівень цінності продукту за рахунок усунення втрат якості.

В циклі життя товарної продукції складніше виявити втрати якості продукції, але в цьому циклі, особливо в блоці розробки виробу закладаються показники цінності товару для певної категорії споживачів. Щоб визначити цю цільову категорію споживачів потрібно досконало вивчити ринок, позиціонувати свій виріб на цьому ринку, визначити можливу кількість прихильних до нашого виробу потенційних покупців. Розробка маркетингової концепції виробу повинна бути націлена на якнайбільше задоволення потреб вибраного сегмента споживачів, що буде служити запорукою реалізації великих обсягів продукції. Тут переважає функція підвищення цінності виробу для споживача, а не втрат якості. При цьому треба пам'ятати, що товар є цінним для споживача, коли його якість відповідає його вимогам. Намагання перевершити цей рівень якості може бути доцільним тільки переході на обслуговуванні іншого, більш вимогливішого цільового сектору споживачів. Але всяке підвищення рівня якості вимагає і більш високої культури виробництва. А якщо технологічний потенціал підприємства не готовий забезпечити виготовлення продукції більш високого рівня якості, то можливі наступні наслідки: 1) переозброєння виробничих потужностей; 2) підвищення собівартості та ціни виробу; 3) нездатність виробництва підтримувати завищені для нього вимоги і як наслідок, великий рівень втрат якості, а то і просто непоправного браку. Це дуже відповідальна функція, від якої залежить саме існування підприємства. Запровадження пропонованих заходів має підняти якість виконуваних робіт, але результат буде ясним тільки після виходу продукції на ринок, коли витрачено багато коштів. Це переконує в необхідності удосконалювати систему менеджменту якості саме в цій доленосній функції.

Список використаних джерел: 1. Курьян, А.Г. Реализация процессного подхода в рамках систем менеджмента качества на основе методологии функционального моделирования IDEF0 / А.Г. Курьян, Д.С. Ярошевич, П.С. Серенков // Автоматизация в промышленности. – 2003. – № 3. – С. 9–13. 2. Курьян, А.Г. Потери качества и результативность менеджмента / А.Г. Курьян, П.С. Серенков, Н.А. Рекуц // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 3. – С. 30–33. 3. Крыжний Г.К. Качество и два цикла жизни продукции. Высокие технологии в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків, НТУ “ХПІ”, 2010. – Вип. 1 (20) – с. 107-117. 4. Крыжний Г.К. Обеспечение качества продукции в двух циклах ее жизни. Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2011. – Вип. 6 – с. 255 – 262.

5. Крыжний Г.К. Взаимосвязь двух циклов жизни и ее влияние на качество продукции. Високі технології в машинобудуванні: Збірн. наукових праць НТУ "ХПІ". – Харків, 2012. – Вип.1 (22). – с. 153-160. 6. Стандарт России 3 50.1.028 – 2001. Методология функционального моделирования.

Bibliography (transliterated): 1. Kur'jan, A.G. Realizacija processnogo podhoda v ramkah sistem menedzhmenta kachestva na osnove metodologii funkcional'nogo modelirovanija IDEF0 / A.G. Kur'jan, D.S. Jaroshevich, P.S. Serenkov // Avtomatizacija v promyshlennosti. – 2003. – № 3. – S. 9–13. 2. Kur'jan, A.G. Poteri kachestva i rezul'tativnost' menedzhmenta / A.G. Kur'jan, P.S. Serenkov, N.A. Rekuc // Metody menedzhmenta kachestva. – 2004. – № 3. – S. 30-33. 3. Kryzhnyj G.K. Kachestvo i dva cikla zhizni produkcii. Visoki tehnologii v mashinobuduvanni: zb. nauk. prac'. – Harkiv, NTU "HPI", 2010. – Vip. 1 (20) – s. 107-117. 4. Kryzhnyj G.K. Obespechenie kachestva produkcii v dvuh ciklah ee zhizni. Suchasni tehnologii v mashinobuduvanni: zb. nauk. prac'. – Harkiv: NTU «HPI», 2011. – Vip. 6 – s. 255 – 262. 5. Kryzhnyj G.K. Vzaimosvjaz' dvuh ciklov zhizni i ee vlijanie na kachestvo produkcii. Visoki tehnologii v ma-shinobuduvanni: Zbirn. naukovih prac' NTU "HPI". – Harkiv, 2012. – Vip.1 (22). – s. 153-160. 6. Standart Rossii Z 50.1.028 – 2001. Metodologija funkcional'nogo modelirovanija.